

DOCKET NO.: 221694US2PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Tomohiro ONDA, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP00/06949

INTERNATIONAL FILING DATE: October 5, 2000

FOR: BODY FAT MEASURING METHOD AND DEVICE THEREFOR

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

| <u>COUNTRY</u> | <u>APPLICATION NO</u> | <u>DAY/MONTH/YEAR</u> |
|----------------|-----------------------|-----------------------|
| Japan | 11-294431 | 15 October 1999 |
| Japan | 2000-001917 | 07 January 2000 |
| Japan | 2000-001921 | 07 January 2000 |

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP00/06949. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Surinder Sachar

Marvin J. Spivak
Attorney of Record
Registration No. 24,913
Surinder Sachar
Registration No. 34,423



22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 1/97)

36\01

862

PCT/JP00/06949

05.10.00

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 1月 7日

REC'D 28 NOV 2000

出願番号
Application Number:

特願2000-001917

WIPO PCT

出願人
Applicant(s):

花王株式会社

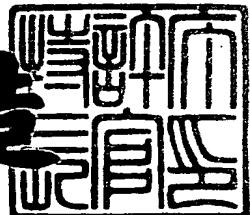
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年11月10日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3092598

【書類名】 特許願
【整理番号】 P99-989
【提出日】 平成12年 1月 7日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 A61B 5/05
【発明の名称】 体脂肪測定方法
【請求項の数】 4
【発明者】
【住所又は居所】 栃木県芳賀郡市貝町赤羽2606番地 花王株式会社研究所内
【氏名】 恩田 智彦
【発明者】
【住所又は居所】 栃木県芳賀郡市貝町赤羽2606番地 花王株式会社研究所内
【氏名】 福原 正樹
【発明者】
【住所又は居所】 栃木県芳賀郡市貝町赤羽2606番地 花王株式会社研究所内
【氏名】 横 和男
【発明者】
【住所又は居所】 栃木県芳賀郡市貝町赤羽2606番地 花王株式会社研究所内
【氏名】 山口 亨
【特許出願人】
【識別番号】 000000918
【氏名又は名称】 花王株式会社
【代理人】
【識別番号】 100083806
【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 秀和

【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

【識別番号】 100068342

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100087365

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗原 彰

【選任した代理人】

【識別番号】 100079946

【弁理士】

【氏名又は名称】 横屋 超夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 体脂肪測定方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被測定体の外周上に被測定体を挟んで略対向して配置した第1及び第2電流用電極間に電流を流し前記第1電流用電極の近傍に配置した第1測定用電極及び前記被測定体の外周上で前記第1及び第2電流用電極間の略中間の位置に配置した第2測定用電極間に発生する第1電圧を測定すると共に、前記被測定体の外周上に前記被測定体を挟んで略対向して配置した第3及び第4電流用電極間に電流を流し前記被測定体の外周上で前記第3及び第4電流用電極間の略中間の位置に前記被測定体の外周長に比べ十分に距離を短くして配置した第3及び第4測定用電極間に発生する第2電圧を測定する測定ステップと、

前記第1電圧及び前記第2電圧に基づき前記被測定体の皮下脂肪量を算出する算出ステップと、

を備える体脂肪測定方法。

【請求項2】 被測定体の外周上に被測定体を挟んで略対向して配置した第1及び第2電流用電極間に電流を流し前記二つの電流用電極のそれぞれの電極近傍に一つずつ配置した第1及び第2測定用電極間に発生する第1電圧を測定すると共に、前記被測定体の外周上に前記被測定体を挟んで略対向して配置した第3及び第4電流用電極間に電流を流し前記被測定体の外周上で前記第3及び第4電流用電極間の略中間の位置に前記被測定体の外周長に比べ十分に距離を短くして配置した第3及び第4測定用電極間に発生する第2電圧を測定する測定ステップと、

前記第1電圧及び前記第2電圧に基づき前記被測定体の皮下脂肪量を算出する算出ステップと、

を備える体脂肪測定方法。

【請求項3】 被測定体の外周上に被測定体を挟んで略対向して配置した第1及び第2電流用電極間に電流を流し前記第1電流用電極の近傍に配置した第1測定用電極及び前記被測定体の外周上で前記第1及び第2電流用電極間の略中間の位置に配置した第2測定用電極間に発生する第1電圧を測定すると共に、前記

第1電流用電極を配置した位置又はその近傍に配置した第3及び第4電流用電極間に電流を流したときに発生する第2電圧を測定する測定ステップと、

前記第1電圧及び前記第2電圧に基づき前記被測定体の内臓脂肪量を算出する算出ステップと、
を備える体脂肪測定方法。

【請求項4】 被測定体の外周上に被測定体を挟んで略対向して配置した第1及び第2電流用電極間に電流を流し前記二つの電流用電極のそれぞれの電極近傍に一つずつ配置した第1及び第2測定用電極間に発生する第1電圧を測定すると共に、前記第1電流用電極を配置した位置又はその近傍に配置した第3及び第4電流用電極間に電流を流したときに発生する第2電圧を測定する測定ステップと、

前記第1電圧及び前記第2電圧に基づき前記被測定体の内臓脂肪量を算出する算出ステップと、
を備える体脂肪測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、人体の表面近傍に層状に存在する皮下脂肪、及び人体の内部に存在する内臓脂肪を簡便且つ高精度で測定する体脂肪測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

媒体の電気インピーダンスの違いを利用して、三次元物体中の媒体の空間分布を導出する方法として、測定対象の物体に電流を印加し、物体の表面上に誘起した電位分布から物体の内部のインピーダンス分布を画像化するインピーダンスCT法が知られている。この技術は、生体中の血液、肺、脂肪等の分布の測定に応用されつつある（日本ME学会BME Vol.8, No.8(1994)p.49）。

【0003】

インピーダンスCT法の外、電気インピーダンスの測定によって皮下脂肪量並びに内臓脂肪量を測定する装置として、特開平11-113870号公報に記載

された体脂肪測定装置（従来技術1）や特開平11-123182号公報に記載された体内脂肪計（従来技術2）がある。従来技術1に記載の体脂肪測定装置は、複数の電極を体表面に装着し、電極間のインピーダンスを計測し電極装着部位断面のインピーダンス行列を生成し、演算手段が入力手段からの装着部位情報に応じた係数行列との積を求めて対象断面の体脂肪分布を算出している。また、従来技術2に記載の体内脂肪計は、被験者の腹部の周囲に巻き付けた巻帯の内側に略等間隔でそれぞれ電流路形成電極及び計測用電極を有する電極対を設け、選択した2つの電極対の電流路形成電極間に交流を流して電流路を形成し、計測用電極は、形成された電流路におけるインピーダンスを計測する。2つの電極対を適宜選択することで、隣接する電極対間では主として測定部位の皮下脂肪を計測し、対向する電極間では主として測定部位の内臓脂肪を計測している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

インピーダンスCT法を体脂肪測定に応用した装置では、体表面に誘起された電位から体内の脂肪分布を推定できる空間分解能が十分でないため、体脂肪量の定量的算出が難しく、しかも、その算出に大規模な数値計算が必要であった。

【0005】

従来技術1の体脂肪測定装置は、装着部位に応じた係数行列の具体的生成方法及びインピーダンス行列と係数行列との積から対象断面の体脂肪分布画像を生成する具体的方法に関する記載が無い。

【0006】

従来技術2の体内脂肪計は、測定部位の皮下脂肪量を測定できるが、測定量には、人体の内部に存在する他の媒体の量や分布の影響が含まれ、精度が不十分であった。また、人体内部の内臓脂肪を測定しようとしても、人体の表面近傍に層状に存在する皮下脂肪の影響が非常に大きく内臓脂肪量を十分な精度で測定できなかった。

【0007】

本発明は、簡便且つ高精度に、人体の表面近傍に層状に存在する皮下脂肪の厚み、断面積又は体積等の皮下脂肪量や人体の内部に存在する内臓脂肪量を測定す

することができる体脂肪測定方法を提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために、本発明の体脂肪測定方法は、被測定体の外周上に被測定体を挟んで略対向して配置した第1及び第2電流用電極間に電流を流し第1電流用電極の近傍に配置した第1測定用電極及び被測定体の外周上で第1及び第2電流用電極間の略中間の位置に配置した第2測定用電極間に発生する第1電圧を測定すると共に、被測定体の外周上に被測定体を挟んで略対向して配置した第3及び第4電流用電極間に電流を流し被測定体の外周上で第3及び第4電流用電極間の略中間の位置に被測定体の外周長に比べ十分に距離を短くして配置した第3及び第4測定用電極間に発生する第2電圧を測定する測定ステップと、第1電圧及び第2電圧に基づき被測定体の皮下脂肪量を算出する算出ステップとを備える。

【0009】

また、被測定体の外周上に被測定体を挟んで略対向して配置した第1及び第2電流用電極間に電流を流し第1電流用電極の近傍に配置した第1測定用電極及び被測定体の外周上で第1及び第2電流用電極間の略中間の位置に配置した第2測定用電極間に発生する第1電圧を測定すると共に、第1電流用電極を配置した位置又はその近傍に配置された第3及び第4電流用電極間に電流を流したときに発生する第2電圧を測定する測定ステップと、第1電圧及び第2電圧に基づき被測定体の内臓脂肪量を算出する算出ステップとを備える。

【0010】

なお、本発明では、被測定体の内部に存在する脂肪量のことを便宜上総称して内臓脂肪量と呼び、それは内臓周囲に付着した本来の内臓脂肪量の他、肝脂肪など体内に存在する脂肪一般の量をさすものとする。

【0011】

【発明の実施の形態】

(第1の実施の形態)

第1の実施の形態の体脂肪測定方法及びその装置は、人体の表面近傍に層状に

存在する皮下脂肪の厚み、面積、体積、重量等の皮下脂肪量を測定する。

【0012】

図1 (a) に示す第1の実施の形態の第1実施例の体脂肪測定装置は、被測定体である人体1の例えは腹部の外周上に、該人体1を挟んで略対向して配置した二つの電流用電極2, 3と、電流源4と、電極3の近傍に配置した第1測定用電極5と、人体1の外周上で二つの電流用電極2-3間の略中間の位置に配置した第2測定用電極6と、測定用電極5-6間に発生した第1電圧を測定する電圧計7を備える。図1 (b) に示す体脂肪測定装置は、人体1の外周上に人体1を挟んで略対向して配置した二つの電流用電極11, 12と、電流源4と、人体1の外周上で二つの電流用電極11-12間の略中間の位置に外周長に比べ十分に距離を短くして配置した二つの測定用電極13, 14と、二つの測定用電極13-14間に発生する第2電圧を測定する電圧計7を備える。さらに、図1に示す体脂肪測定装置は、電圧計7で測定された第1電圧と第2電圧に基づき人体1の表面近傍に層状に存在する皮下脂肪の厚みを算出する体脂肪算出部26を備える。体脂肪算出部26は、コンピュータで構成する。人体1は、被測定媒体である皮下脂肪8、皮下脂肪8とはインピーダンスが異なる筋肉等の非脂肪9、非脂肪9とはインピーダンスが異なる内臓脂肪10からなる。電極2と電極11並びに電極3と電極12はそれぞれ同一電極でも良く、電流用電極11, 12の人体上の位置は、例えはそれぞれ背中周辺と腹部周辺に配置できる。

【0013】

次に、体脂肪測定方法を説明する。まず、図1 (a) に示す測定装置において、第1及び第2電流用電極3-2間に電流を流し、第1測定用電極5及び第2測定用電極6に発生する第1電圧を電圧計7で測定する。次に、図1 (b) に示す測定装置において、第3及び第4電流用電極11-12間に電流を流し、第3及び第4測定用電極13-14間に発生する第2電圧を電圧計7で測定し、体脂肪算出部26は、電圧計7で測定された第1電圧と第2電圧に基づき電極3近傍の皮下脂肪8の厚みを算出する。第1電圧は、およそ、電極3近傍の皮下脂肪8に起因する電圧降下と内臓脂肪10に起因する電圧降下の和からなり、第2電圧は、およそ、内臓脂肪10による電圧降下に起因するため、第1電圧から第2電圧

を差し引くことで電極3近傍の皮下脂肪8の厚みが高精度で求められる。なお、第1電圧、第2電圧の各電圧の測定順番は問われず、第2電圧を測定した後に第1電圧を測定してもよい。

【0014】

電流源4は直流電源、交流電源の何れでも良い。電流源4が交流電源である場合、電圧計7での電圧値（電圧の振幅又は実効値）の測定の際に位相遅れを同時に測定してもよく、その場合、測定した位相遅れをデータ解析に利用できる。人体の測定では、扱いやすさの観点から交流であることが好ましく、周波数は、通常10kHz～500kHzを用いることができ、特に50kHz～200kHzを用いるのが好ましい。

【0015】

皮下脂肪8の電流用電極3近傍での厚みdを算出するために、第1電圧V1並びに第2電圧V2と皮下脂肪の厚みdとを関係付ける相関式を予め作成しておく。具体的には、同じ媒体で構成されているが、種々の厚みdを持った複数のサンプルを用意し、それらに対して図1(a)の方法で測定した電圧値V1並びに図1(b)の方法で測定した電圧値V2と、実際の厚みdとの相関式を作成する。電圧値V1の測定及び電圧値V2の測定では、それぞれ、全てのサンプルで流す電流を同一にするか、あるいは、サンプル毎に異なる電流量を流し得られた電圧値を同一の電流量を流したときに発生する電圧値に換算する。また、実際の厚みdを測定する方法には、X線CT法やMRI法で得られた断層像から皮下脂肪の厚みを求める方法、あるいはサンプルが人体でない場合にはサンプルを機械的に切断しその切断面から直接厚みを測定する方法などがある。予め内部構造のわかっているサンプルを用いても良い。相関式は多変量解析手法を用いて線形多項式で近似して表せ、回帰係数a0, a1, a2を用いて、 $d = a_0 + a_1 \cdot V_1 - a_2 \cdot V_2$ となる。相関式が設定されれば、未知のサンプルに対して測定された電圧値V1とV2とから相関式に従って皮下脂肪8の厚みdを算出できる。

【0016】

図1(a)において、電流用電極3と測定用電極5との距離は最適な範囲に設定することが好ましい。電流用電極3と測定用電極5との距離があまり大きいと

、皮下脂肪8での電圧降下が測定電圧V1に占める割合が少なくなり、測定精度が悪くなる。また、皮下脂肪8の厚みが薄いサンプルに対して測定感度が悪くなる。距離があまり小さいと、皮下脂肪8の厚みが厚いサンプルに対して測定感度が悪くなり、また電極の形状やサイズあるいは電極と人体1との間の接触状態が測定電圧値V1に影響して好ましくない。電流用電極3と測定用電極5との距離はおおむね、被測定サンプルにおける皮下脂肪8の厚みの0.3~3倍にするのが好ましい。図1(b)において、測定用電極13と測定用電極14との距離も最適な範囲に設定することが好ましい。電極13と電極14との距離が小さすぎると、電極13-14間に十分な電位差が発生せず、測定感度上好ましくない。この観点から、電極13-14間の距離は通常3cm以上であることが好ましい。一方、電極13と電極14との距離が大きすぎると、測定電圧に皮下脂肪8の分布や量の影響が現れるため、電極間距離は外周長の1/6以下であることが好ましい。

【0017】

次に、第2実施例を説明する。第2実施例の体脂肪測定装置は、図1に示す第1実施例の測定装置に図2(a)又は図2(b)に示す測定装置を追加した。図2(a)に示す測定装置は、人体1の外周上に人体1の外周長に比べ十分に距離を短くして配置した二つの電流用電極15, 16と、電流源4と、電極15の近傍に配置した測定用電極17と、人体1を挟んで電流用電極15, 16と略反対側の位置に配置した測定用電極18と、測定用電極17-18間に発生した第3電圧を測定する電圧計7と、体脂肪算出部26とを備える。図2(b)に示す測定装置は、人体1の外周上に人体1の外周長に比べ十分に距離を短くして配置した二つの電流用電極15, 16と、電流源4と、電極15, 16の近傍に配置した測定用電極17, 19と、測定用電極17-19間に発生した第3電圧を測定する電圧計7と、体脂肪算出部26とを備える。体脂肪算出部26は、電圧計7で測定された第1電圧乃至第3電圧に基づき皮下脂肪8の厚みを算出する。電極15と電極16は電極3を配置した位置又はその近傍に配置し、特に電極15又は電極16が電極3と同一でも良い。

【0018】

次に体脂肪測定方法を説明する。図2(a)に示す測定装置において、電極15-16間に電流を流し、第1測定電極17及び第2測定用電極18の間に発生した第3電圧を電圧計7で測定する。図2(b)に示す測定装置において、二つの電流用電極15, 16間に電流を流し、二つの測定用電極17-19間に発生した第3電圧を電圧計7で測定する。体脂肪算出部26は、電圧計7で測定された第1電圧乃至第3電圧に基づき電極3近傍の皮下脂肪8の厚みを算出する。第3電圧は、主に電極15, 16近傍すなわち電極3近傍の皮下脂肪8による電圧降下に起因するため、第3電圧を第1実施例の第1電圧、第2電圧と組み合わせることでさらに精度良く電極3近傍の皮下脂肪8の厚みを測定できる。なお、第1電圧乃至第3電圧の各電圧の測定順番は問わず、いずれの電圧を先に測定してもよい。

【0019】

皮下脂肪8の電流用電極3近傍での厚みdを算出するために、第1電圧V1、第2電圧V2、第3電圧V3と皮下脂肪の厚みdとを関係付ける相関式を予め作成しておく。相関式は回帰係数a0, a1, a2, a3を用いて、 $d = a_0 + a_1 \cdot V_1 - a_2 \cdot V_2 + a_3 \cdot V_3$ となる。相関式が設定されれば、未知のサンプルに対して測定された電圧値V1, V2, V3とから相関式に従って皮下脂肪8の厚みdを算出できる。

【0020】

図2において、電流用電極15と電流用電極16との間の距離は、外周長の1/6未満であることが好ましく、1/8以下であることがさらに好ましい。電流用電極15-16間の距離が大きすぎると、多くの電流が人体内部にも流れ込み、測定電圧値V3に非脂肪9、内臓脂肪10の分布や量の影響が現れる。電流用電極15-16間の距離が小さすぎると、皮下脂肪8の厚みが厚い時には測定感度が悪くなり、しかも電極の形状やサイズの影響が測定電圧値V3に現れて好ましくない。図2において、電流用電極15と測定用電極17との距離も最適な範囲に設定することが好ましい。電流用電極15と測定用電極17との距離があまり大きいと、皮下脂肪8での電圧降下が測定電圧V3に占める割合が少なくなり、測定精度が悪くなる。また、皮下脂肪8の厚みが薄いサンプルに対して測定感

度が悪くなる。距離があまり小さいと、皮下脂肪8の厚みが厚いサンプルに対して測定感度が悪くなり、また電極の形状やサイズあるいは電極と人体1との間の接触状態が測定電圧値V3に影響して好ましくない。電流用電極15と測定用電極17との距離はおおむね、被測定サンプルにおける皮下脂肪8の厚みの0.3～3倍にするのが好ましい。図2(b)における電流用電極16と測定用電極19との距離も同様である。

【0021】

次に、第3実施例を説明する。第3実施例の体脂肪測定装置は、図3に示す測定装置と図1(b)に示す測定装置とから構成される。図3に示す測定装置は、人体1の外周上に人体1を挟んで略対向して配置した二つの電流用電極2, 3と、電流源4と、電極3の近傍に配置した測定用電極5と、電極2の近傍に配置した測定用電極20と、測定用電極5-20間に発生した第1電圧を測定する電圧計7を備える。図1(b)の電圧計7は測定用電極間13-14間に発生する第2電圧を測定する。体脂肪算出部26は、電圧計7で測定された第1電圧と第2電圧に基づき皮下脂肪8の厚みを算出する。電極2と電極11並びに電極3と電極12はそれぞれ同一電極でも良い。

【0022】

次に体脂肪測定方法を説明する。まず、図3に示す測定装置において、第1及び第2電流用電極3-2間に電流を流し、第1測定用電極5と第2測定用電極20との間に発生する第1電圧を電圧計7で測定する。次に、図1(b)の電圧計7は測定用電極13-14間に発生する第2電圧を測定し、体脂肪算出部26は、電圧計7で測定された第1電圧と第2電圧に基づき電極3近傍の皮下脂肪の厚みと電極2近傍の皮下脂肪の厚みの和を算出する。第1電圧は、およそ、電極3近傍の皮下脂肪8に起因する電圧降下と内臓脂肪10に起因する電圧降下と電極2近傍の皮下脂肪8に起因する電圧降下の和からなり、第2電圧は、およそ、内臓脂肪10による電圧降下に起因するため、第1電圧から第2電圧を差し引くことで電極3近傍の皮下脂肪8の厚みと電極2近傍の皮下脂肪8の厚みの和を高精度に求めることができる。なお、第1電圧、第2電圧の各電圧の測定順番は問わず、第2電圧を測定した後に第1電圧を測定してもよい。

【0023】

皮下脂肪8の電流用電極3近傍での厚みdと電流用電極2近傍での厚みd'の和d+d'を算出するために、第1電圧V1、第2電圧V2と皮下脂肪の厚みd+d'とを関係付ける相関式を予め作成しておく。相関式は回帰係数a0, a1, a2を用いて、 $d+d' = a_0 + a_1 \cdot V_1 - a_2 \cdot V_2$ となる。相関式が設定されれば、未知のサンプルに対して測定された電圧値V1, V2とから相関式に従って皮下脂肪8の厚みd+d'を算出できる。

【0024】

図3において、第1電流用電極3と第1測定用電極5との距離については、第1実施例(図1(a))で説明したように設定するのが好ましく、また、第2電流用電極2と第2測定用電極20との距離も同様である。

【0025】

次に、第4実施例を説明する。第4実施例の体脂肪測定装置は、第3実施例の体脂肪測定装置に図2(a)又は図2(b)に示す測定装置と図4(a)又は図4(b)に示す測定装置とを追加した。図2(a)又は図2(b)の電圧計7は測定用電極17-18又は測定用電極17-19間に発生する第3電圧を測定する。図4(a)又は図4(b)に示す測定装置は、電極2近傍に電極21, 22を配置する以外は図2に示す測定装置と略同様に構成され、電圧計7は測定用電極23-24又は測定用電極23-25間に発生する第4電圧を測定する。体脂肪算出部26は、電圧計7で測定された第1電圧乃至第4電圧に基づき皮下脂肪8の厚みを算出する。電極15と電極16は電極3を配置した位置又はその近傍に配置し、特に、電極15又は電極16が電極3と同一でも良い。電極21と電極22は電極2を配置した位置又はその近傍に配置し、特に、電極21又は電極22が電極2と同一でも良い。

【0026】

次に体脂肪測定方法を説明する。まず、図2(a)又は図2(b)の電圧計7で第3電圧を測定し、図4(a)又は図4(b)の電圧計7で第4電圧を測定し、体脂肪算出部26は、電圧計7で測定された第1電圧乃至第4電圧に基づき電極3近傍の皮下脂肪の厚みと電極2近傍の皮下脂肪の厚みの和を算出する。第3

電圧は、主に電極15, 16近傍すなわち電極3近傍の皮下脂肪8による電圧降下に起因し、第4電圧は主に電極21, 22近傍すなわち電極2近傍の皮下脂肪8による電圧降下に起因するため、第3電圧と第4電圧を第3実施例の第1電圧、第2電圧と組み合わせることにより、さらに精度良く電極3近傍の皮下脂肪の厚みと電極2近傍の皮下脂肪の厚みの和を測定できる。なお、第1電圧乃至第4電圧の各電圧の測定順番は問わず、いずれの電圧を先に測定してもよい。

【0027】

皮下脂肪8の電流用電極3近傍での厚みdと電流用電極2近傍での厚みd'の和 $d + d'$ を算出するために、第1電圧V1、第2電圧V2、第3電圧V3、第4電圧V4と皮下脂肪の厚み $d + d'$ を関係付ける相関式を予め作成しておく。相関式は回帰係数a0, a1, a2, a3, a4を用いて、 $d + d' = a_0 + a_1 \cdot V_1 - a_2 \cdot V_2 + a_3 \cdot V_3 + a_4 \cdot V_4$ となる。相関式が設定されれば、未知のサンプルに対して測定された電圧値V1, V2, V3, V4とから相関式に従って皮下脂肪8の厚み $d + d'$ を算出できる。

【0028】

次に第5実施例を説明する。図5に示す第5実施例の体脂肪測定装置は、複数の方向に順次電流を流しながら人体1の外周上の複数の点で皮下脂肪8の厚みを自動的に測定する。図5において、人体1の外周上には複数の電極27a～27hが配置され、複数の電極27a～27hは電流電極選択用スイッチ28及び電圧電極選択用スイッチ29に接続されている。

【0029】

データ入力装置34から入力された電極選択用データをコンピュータ36からの指示で電流電極選択用スイッチ28に伝え、電流電極選択用スイッチ28によって、複数の電極27a～27hのうちいずれか二つを電流用電極として選択する。交流発振器30の出力を電圧・電流変換器31により変換して印加することで、電流用電極間に所定の電流を流すことができる。

【0030】

コンピュータ36の指示に従って電圧電極選択用スイッチ29により残りの電極から選択した測定用電極間の電圧値を差動増幅器32及びA/D変換器33を

介してコンピュータ36に取り込む。以上の処理を、コンピュータ36の指示に従って電流用電極を順次選択しながら繰り返す。コンピュータ36に取り込まれた電圧データは標準電流を流したときに発生する電圧値に変換された後、予めデータ入力装置34から入力されていた電圧と皮下脂肪8の厚みdとの相関式に当てはめられ、皮下脂肪8の厚みdが求められる。厚みdはコンピュータ36からデータ出力装置35に送られ、表示される。

【0031】

ここで、複数の電極27a～27hに対して、図1に示すような電流用電極及び測定用電極の配置となるように順次電極を選択して第1電圧及び第2電圧を測定し、第1実施例と同様な相関式を用いることで、人体1の外周上の複数の点における皮下脂肪8の厚みを高精度で測定できる。また、複数の電極27a～27hに対して、図1及び図2(a)（又は図2(b)）に示すような電流用電極及び測定用電極の配置となるように順次電極を選択して第1電圧乃至第3電圧を測定し、第2実施例と同様な相関式を用いることで、人体1の外周上の複数の点における皮下脂肪8の厚みをさらに高精度で測定できる。皮下脂肪8の厚みの測定を人体1の断面に沿った外周の複数点で行い、別に測定した人体1の外周形状のデータと皮下脂肪8の各厚みのデータと組み合わせることで、コンピュータ36によって、人体の該断面における皮下脂肪8のおおよその断面像が得られる。

【0032】

また、コンピュータ36によって、人体1の所定断面上での皮下脂肪8の断面積Sを求めることもできる。この場合、電圧値と皮下脂肪8の断面積とを相関付ける相関式を作成する。すなわち、所定断面の外周のn箇所で測定した第1電圧値 $V_1^{(1)}$, $V_2^{(1)}$, ... $V_n^{(1)}$ 及び該断面の外周のm箇所で測定した第2電圧値 $V_1^{(2)}$, $V_2^{(2)}$, ... $V_m^{(2)}$ と、皮下脂肪8の断面積Sとの相関式を作成する。さらに、人体1の該断面における周長を別に測定し、該周長も相関式に取り込めば、さらに良好な相関式が得られる。

【0033】

第1電圧値と第2電圧値の組($V_1^{(1)}$, $V_2^{(1)}$, ... $V_n^{(1)}$, $V_1^{(2)}$, $V_2^{(2)}$, ... $V_m^{(2)}$)と断面積Sとの相関式の作成は電圧と皮下

脂肪8の厚みdとの相関関係の作成と同様にして行えば良い。人体1中の皮下脂肪8の断面積Sを求める方法として、例えば、X線CT法やMRI法で得られた断層像から求める方法、あるいはサンプルが人体でない場合にはサンプルを機械的に切断しその断面から測定する方法などがある。相関式は多変量解析方法を用いて線形多項式で近似して表せ、回帰係数 $a_0, a_1^{(1)}, a_2^{(1)} \dots a_n^{(1)}$, $a_1^{(2)} \dots a_m^{(2)}$ を用いて、 $S = a_0 + a_1^{(1)} \cdot v_1^{(1)} + a_2^{(1)} \cdot v_2^{(1)} + \dots + a_n^{(1)} \cdot v_n^{(1)} + a_1^{(2)} \cdot v_1^{(2)} + a_2^{(2)} \cdot v_2^{(2)} + \dots + a_m^{(2)} \cdot v_m^{(2)}$ となる。あるいは、周長Uを相関式に取り込んだ場合、相関式は回帰係数bを用いて、 $S = a_0 + a_1^{(1)} \cdot v_1^{(1)} + a_2^{(1)} \cdot v_2^{(1)} + \dots + a_n^{(1)} \cdot v_n^{(1)} + a_1^{(2)} \cdot v_1^{(2)} + a_2^{(2)} \cdot v_2^{(2)} + \dots + a_m^{(2)} \cdot v_m^{(2)} + b \cdot U$ となる。この相関式を設定することで、未知のサンプルに対して測定された第1電圧値と第2電圧値の組($v_1^{(1)}, v_2^{(1)}, \dots v_n^{(1)}$, $v_1^{(2)}, v_2^{(2)}, \dots v_m^{(2)}$)あるいはそれらの電圧値と周長の組($v_1^{(1)}, v_2^{(1)}, \dots v_n^{(1)}, v_1^{(2)}, v_2^{(2)}, \dots v_m^{(2)}$, U)から皮下脂肪8の断面積Sを算出できる。

【0034】

また、皮下脂肪8の体積Bを求めることもできる。この場合、前記第1電圧値と第2電圧値の組($v_1^{(1)}, v_2^{(1)}, \dots v_n^{(1)}, v_1^{(2)}, v_2^{(2)}, \dots v_m^{(2)}$)と皮下脂肪8の体積Bとの相関式を作成する。人体1の周長U及び／又は体重B0を別に測定し、該周長U及び／又は該体重B0をも相関式に取り込めば、さらに良好な相関式が得られる。皮下脂肪8の体積としては、人体の腹部あるいは大腿部や上腕に含まれる体積などが例示される。いずれの場合も、被測定部分の外周表面に電極を配置して測定を行う。

【0035】

第1電圧値と第2電圧値の組($v_1^{(1)}, v_2^{(1)}, \dots v_n^{(1)}, v_1^{(2)}, v_2^{(2)}, \dots v_m^{(2)}$)と体積Bとの相関式の作成は、電圧と皮下脂肪8の厚みdとの相関関係の作成と同様にして行えば良い。人体1中の皮下脂肪8の体積Bを測定する方法としては、X線CT法やMRI法を用いる方法があ

る。相関式は多変量解析方法を用いて線形多項式で近似して表せ、回帰係数 a_0 , $a_1(1)$, $a_2(1) \dots a_n(1)$, $a_1(2)$, $a_2(2) \dots a_m(2)$ を用いて、 $B = a_0 + a_1(1) \cdot v_1(1) + a_2(1) \cdot v_2(1) + \dots + a_n(1) \cdot v_n(1) + a_1(2) \cdot v_1(2) + a_2(2) \cdot v_2(2) + \dots + a_m(2) \cdot v_m(2)$ となる。あるいは、周長 U を相関式に取り込んだ場合には、相関式は回帰係数 b を用いて、 $B = a_0 + a_1(1) \cdot v_1(1) + a_2(1) \cdot v_2(1) + \dots + a_n(1) \cdot v_n(1) + a_1(2) \cdot v_1(2) + a_2(2) \cdot v_2(2) + \dots + a_m(2) \cdot v_m(2) + b \cdot U$ 、人体1の体重 B_0 を相関式に取り込んだ場合、相関式は $B = a_0 + a_1(1) \cdot v_1(1) + a_2(1) + a_2(1) \cdot v_2(1) + \dots + a_n(1) \cdot v_n(1) + a_1(2) \cdot v_1(2) + a_2(2) \cdot v_2(2) + \dots + a_m(2) \cdot v_m(2) + b \cdot B_0$ となる。相関式が設定されれば、未知のサンプルに対して測定された第1電圧値と第2電圧値の組 ($v_1(1)$, $v_2(1)$, $\dots v_n(1)$, $v_1(2)$, $v_2(2)$, $\dots v_m(2)$) あるいはそれらの電圧値と周長の組 ($v_1(1)$, $v_2(1)$, $\dots v_n(1)$, $v_1(2)$, $v_2(2)$, $\dots v_m(2)$, U) あるいはそれらの電圧値と人体1の体重の組 ($v_1(1)$, $v_2(1)$, $\dots v_n(1)$, $v_1(2)$, $v_2(2)$, $\dots v_m(2)$, B_0) から、相関式に従って皮下脂肪8の体積 B を算出できる。また、皮下脂肪の体積のかわりに重量を算出することもできる。

【0036】

さらに、図2(a)又は図2(b)に示す電極配置を用いて、所定断面の外周の k 箇所で第3電圧値を測定し、第3電圧値の組 ($v_1(3)$, $v_2(3)$, $\dots v_k(3)$) をも相関式に組み込めば、さらに精度良く皮下脂肪8の断面積 S や体積 B を求めることができる。第1乃至第5の実施例において、複数の電流周波数で測定を行って、それらの測定結果を比較することで、測定結果の信頼性が高まる。

【0037】

(第2の実施の形態)

第2の実施の形態の体脂肪測定方法及びその装置は、人体の内部に存在する内

臓脂肪の量を測定する。

【0038】

第2の実施の形態の体脂肪測定装置の第1実施例は、図1(a)に示す測定装置と図2(a)(又は図2(b))に示す測定装置とから構成される。図1(a)の電圧計7は測定用電極5-6間に発生する第1電圧を測定する。図2(a)又は図2(b)の電圧計7は測定用電極17-18又は測定用電極17-19間に発生する第2電圧を測定する。体脂肪算出部26は、電圧計7で測定された第1電圧と第2電圧に基づき人体1の内部にある内臓脂肪10の量を算出する。電極15と電極16は電極3を配置した位置又はその近傍に配置し、特に、電極15又は電極16が電極3と同一電極でも良く、電流用電極2,3の人体上の位置は、例えばそれぞれ背中周辺と腹部周辺に配置できる。電流源4及び図1(a)における電極間距離は、第1の実施の形態の第1実施例で、図2における電極間距離は、第1の実施の形態の第2実施例で説明した通りである。

【0039】

このように、図1(a)の電圧計7で第1電圧を測定し、図2(a)又は図2(b)の電圧計7で第2電圧を測定し、体脂肪算出部26は、電圧計7で測定された第1電圧と第2電圧に基づき内臓脂肪10の量を算出する。第1電圧は、およそ、電極3近傍の皮下脂肪8に起因する電圧降下と内臓脂肪10に起因する電圧降下の和からなり、第2電圧は、およそ、電極3近傍の皮下脂肪8による電圧降下に起因するため、第1電圧から第2電圧を差し引くことで内臓脂肪10の量を求めることができる。なお、第1電圧、第2電圧の各電圧の測定順番は問わず、第2電圧を測定した後に第1電圧を測定してもよい。

【0040】

内臓脂肪10の量の定量的な算出のため、第1電圧V1並びに第2電圧V2と内臓脂肪10の量mを関係付ける相関式を予め作成しておく。具体的には、同じ媒体で構成されているが、種々の量mをもつサンプルを複数用意し、それらに対して図1(a)の方法で測定した電圧値V1並びに図2(a)又は図2(b)の方法で測定した電圧値V2と、実際の内臓脂肪量mの相関式を作成する。電圧値V1の測定及び電圧値V2の測定では、それぞれ、全てのサンプルで流す電流を

同一にするか、あるいは、サンプル毎に異なる電流量を流し、得られた電圧値を同一の電流量を流したときに発生する電圧値に換算する。実際に内臓脂肪量mを測定する方法として、X線CT法やMRI法から得られた断層像から断面積や体積を求める方法、あるいはサンプルが人体でない場合にはサンプルを機械的に切断しその切断面から直接的に断面積や体積を測定する方法などがある。予め内部構造のわかっているサンプルを用いても良い。なお、断層像から断面積を算出する場合、電流の拡がりを考慮して、該断面だけでなく、その近傍の断層像をも撮影し、それらの複数枚の断層像の平均から内臓脂肪の断面積を算出すると精度が向上する。相関式は多変量解析方法を用いて線形多項式で近似して表せ、回帰係数 a_0, a_1, a_2 を用いて、 $m = a_0 + a_1 \cdot V_1 - a_2 \cdot V_2$ となる。相関式が設定されれば、未知のサンプルに対して測定された電圧値 V_1 と V_2 とから相関式に従って内臓脂肪量mを算出できる。

【0041】

内臓脂肪量mの表示法としては、内臓脂肪10の断面積や体積の他、人体1の全断面積に対する内臓脂肪10の断面積の比、又は、周囲の非脂肪9の断面積に対する内臓脂肪10の断面積の比、又は、内臓脂肪10の断面積を人体の周長の二乗で割った値などから最適なものを適宜選択できる。測定電圧値 V_1, V_2 と最も相関の良いものを実際の測定において選択すれば良い。内臓脂肪量mとして内臓脂肪10の断面積を選択し、測定電圧値 V_1 及び／又は V_2 に、人体1の断面積又は周囲の非脂肪9の断面積又は人体の周長の二乗などの量wを乗じて相関式を作成しても良い。この時の相関式は、 $m = a_0 + a_1 \cdot V_1 \cdot w - a_2 \cdot V_2 \cdot w$ となる。

【0042】

次に、第2実施例を説明する。第2実施例の体脂肪測定装置は、第1実施例の測定装置に図1（b）に示す測定装置を追加した。図1（b）の電圧計7は測定用電極13-14間に発生する第3電圧を測定する。体脂肪算出部26は、電圧計7で測定された第1電圧乃至第3電圧に基づき内臓脂肪10の量を算出する。電極2と電極11並びに電極3と電極12はそれぞれ同一電極でも良い。

【0043】

このように、図1（b）の電圧計7で第3電圧を測定し、体脂肪算出部26は、電圧計7で測定された第1電圧乃至第3電圧に基づき内臓脂肪10の量を算出する。第3電圧は、主に内臓脂肪10による電圧降下に起因するため、第3電圧を第1実施例の第1電圧、第2電圧と組み合わせることにより、さらに精度良く内臓脂肪10の量を測定できる。なお、第1電圧乃至第3電圧の各電圧の測定順番は問わず、いずれの電圧を先に測定してもよい。

【0044】

内臓脂肪10の量mを算出するために、第1電圧V1、第2電圧V2、第3電圧V3と内臓脂肪の量mとを関係付ける相関式を予め作成しておく。相関式は回帰係数a0, a1, a2, a3を用いて、 $m = a_0 + a_1 \cdot V_1 - a_2 \cdot V_2 + a_3 \cdot V_3$ となる。相関式が設定されれば、内臓脂肪量の未知のサンプルに対して、電圧値V1, V2, V3とから相関式に従って内臓脂肪量mを算出できる。図1（b）における電極間距離については、第1の実施の形態の第1実施例で説明した通りである。

【0045】

次に第3実施例を説明する。第3実施例の体脂肪測定装置は、図3に示す測定装置と図2（a）又は図2（b）に示す測定装置と図4（a）又は図4（b）に示す測定装置とから構成される。図3の電圧計7は測定用電極5-20間に発生する第1電圧を測定する。図2（a）（又は図2（b））の電圧計7は測定用電極17-18（又は測定用電極17-19）間に発生する第2電圧を測定する。図4（a）（又は図4（b））の電圧計7は測定用電極23-24（又は測定用電極23-25）間に発生する第3電圧を測定する。体脂肪算出部26は、電圧計7で測定された第1電圧乃至第3電圧に基づき内臓脂肪10の量を算出する。電極15と電極16は電極3を配置した位置又はその近傍に配置し、特に、電極15又は電極16が電極3と同一でも良い。電極21と電極22は電極2を配置した位置又はその近傍に配置し、特に、電極21又は電極22は電極2と同一でも良い。

【0046】

次に体脂肪測定方法を説明する。まず、図3の電圧計7で第1電圧を測定し、

図2（a）（又は図2（b））の電圧計7で第2電圧を測定し、図4（a）（又は図4（b））の電圧計7で第3電圧を測定し、体脂肪算出部26は、電圧計7で測定された第1電圧乃至第3電圧に基づき内臓脂肪10の量を算出する。第1電圧は、およそ、電極3近傍の皮下脂肪8に起因する電圧降下と内臓脂肪10に起因する電圧降下と電極2近傍の皮下脂肪8に起因する電圧降下の和からなり、第2電圧は、およそ、電極3近傍の皮下脂肪8による電圧降下に起因し、第3電圧は、およそ、電極2近傍の皮下脂肪8による電圧降下に起因するため、第1電圧から第2電圧と第3電圧を差し引くことで内臓脂肪10の量を求めることができる。なお、第1電圧乃至第3電圧の各電圧の測定順番は問わず、いずれの電圧を先に測定してもよい。

【0047】

内臓脂肪10の量mの算出のため、第1電圧V1、第2電圧V2、第3電圧V3と内臓脂肪の量mとを関係付ける相関式を予め作成しておく。相関式は回帰係数a0, a1, a2, a3を用いて、 $m = a_0 + a_1 \cdot V_1 - a_2 \cdot V_2 - a_3 \cdot V_3$ となる。相関式が設定されれば、未知のサンプルに対して測定された電圧値V1, V2, V3とから相関式に従って内臓脂肪量mを算出できる。電極2近傍の皮下脂肪8の厚みと電極3近傍の皮下脂肪8の厚みがほぼ等しいことが予めわかっている場合には、第2電圧と第3電圧のどちらかの測定を省略しても良い。この時の相関式は例えば $m = a_0 + a_1 \cdot V_1 - a_2 \cdot V_2$ となる。図3における電極間距離については、第1の実施の形態の第3実施例で説明した通りである。

【0048】

次に、第4実施例を説明する。第4実施例の体脂肪測定装置は、第3実施例の測定装置に図1（b）に示す測定装置を追加した。図1（b）の電圧計7は測定用電極13-14間に発生する第4電圧を測定する。体脂肪算出部26は、電圧計7で測定された第1電圧乃至第4電圧に基づき内臓脂肪10の量を算出する。電極2と電極11並びに電極3と電極12はそれぞれ同一電極でも良い。

【0049】

このように、図1（b）の電圧計7で第4電圧を測定し、体脂肪算出部26は

、電圧計7で測定された第1電圧乃至第4電圧に基づき内臓脂肪10の量を算出する。第4電圧は、主に内臓脂肪10による電圧降下に起因するため、第4電圧を第3実施例の第1電圧乃至第3電圧と組み合わせることでさらに精度良く内臓脂肪10の量を測定できる。なお、第1電圧乃至第4電圧の各電圧の測定順番は問わず、いずれの電圧を先に測定しても同様な効果が得られる。

【0050】

内臓脂肪10の量mの算出のため、第1電圧V1、第2電圧V2、第3電圧V3、第4電圧V4と内臓脂肪の量mとを関係付ける相関式を予め作成しておく。相関式は回帰係数a0, a1, a2, a3, a4を用いて、 $m = a_0 + a_1 \cdot V_1 - a_2 \cdot V_2 - a_3 \cdot V_3 + a_4 \cdot V_4$ となる。相関式が設定されれば、未知のサンプルに対して測定された電圧値V1, V2, V3, V4とから相関式に従って内臓脂肪量mを算出できる。電極2近傍の皮下脂肪8の厚みと電極3近傍の皮下脂肪8の厚みがほぼ等しいことが予めわかっている場合には、第2電圧と第3電圧のどちらかの測定を省略しても良い。この時の相関式は例えば $m = a_0 + a_1 \cdot V_1 - a_2 \cdot V_2 + a_4 \cdot V_4$ となる。

【0051】

次に第5実施例を説明する。図5に示す第5実施例の体脂肪測定装置は、複数の方向に順次電流を流しながら人体1の内臓脂肪量を自動的に測定する。図5に示すコンピュータ36によって内臓脂肪量mが求められ、求められた内臓脂肪量mはコンピュータ36からデータ出力装置35に送られ、表示される。

【0052】

ここで、複数の電極27a～27hに対して、図1(a)及び図2(a)(又は図2(b))に示すような電流用電極及び測定用電極の配置となるように順次電極を選択してn個の第1電圧 $V_1^{(1)}$, $V_2^{(1)}$, ... $V_n^{(1)}$ 及び第2電圧 $V_1^{(2)}$, $V_2^{(2)}$, ... $V_n^{(2)}$ を測定し、第1実施例と同様な相関式 $m = a_0 + a_1^{(1)} \cdot V_1^{(1)} + a_2^{(1)} \cdot V_2^{(1)} + \dots + a_n^{(1)} \cdot V_n^{(1)} - a_n^{(2)} \cdot V_1^{(2)} - a_2^{(2)} \cdot V_2^{(2)} - \dots - a_n^{(2)} \cdot V_n^{(2)}$ を用いることで、内臓脂肪10の量を高精度で測定できる。

また、複数の電極27a～27hに対して、図1及び図2(a)(又は図2(b)

)) に示すような電流用電極及び測定用電極の配置となるように順次電極を選択して、n個の第1電圧 $V_1^{(1)}$, $V_2^{(1)}$, … $V_n^{(1)}$ 及び第2電圧 $V_1^{(2)}$, $V_2^{(2)}$, … $V_n^{(2)}$ 、m個の第3電圧 $V_1^{(3)}$, $V_2^{(3)}$, … $V_m^{(3)}$ を測定し、第2実施例と同様な相関式 $m = a_0 + a_1^{(1)} \cdot V_1^{(1)} + a_2^{(1)} \cdot V_2^{(1)} + \dots + a_n^{(1)} \cdot V_n^{(1)} - a_1^{(2)} \cdot V_1^{(2)} - a_2^{(2)} \cdot V_2^{(2)} - \dots - a_n^{(2)} \cdot V_n^{(2)} + a_1^{(3)} \cdot V_1^{(3)} + a_2^{(3)} \cdot V_2^{(3)} + \dots + a_m^{(3)} \cdot V_m^{(3)}$ を用いることで、内臓脂肪10の量を高精度で測定できる。

【0053】

同様にして、複数の電極27a～27hに対して、図3及び図2(a) (又は図2(b)) 及び図4(a) (又は図4(b)) に示すような電流用電極及び測定用電極の配置となるように順次電極を選択して、複数個の第1電圧乃至第3電圧を測定し、第3実施例と同様な相関式を用いることで、内臓脂肪10の量を高精度で測定できる。また、複数の電極27a～27hに対して、図3及び図1(b) 及び図2(a) (又は図2(b)) 及び図4(a) (又は図4(b)) に示すような電流用電極及び測定用電極の配置となるように順次電極を選択して、複数個の第1電圧乃至第4電圧を測定し、第4実施例と同様な相関式を用いることで、内臓脂肪10の量を高精度で測定できる。第1乃至第5の実施例において、複数の電流周波数で測定を行って、それらの測定結果を比較することで、測定結果の信頼性が高まる。

【0054】

なお、本発明は、例えば、第1の実施の形態の体脂肪測定装置と第2の実施の形態の体脂肪測定装置とを組み合わせた装置としても実現できる。この場合、人体の皮下脂肪量及び内臓脂肪量のそれぞれを高精度に測定でき、しかも、内臓脂肪量／皮下脂肪量の比率(V/S比)を算出できる。また、内臓脂肪が高脂血症、糖尿病、高血圧などの生活習慣病の源泉になっているという医学的見地から、第2の実施の形態の体脂肪測定装置で測定された内臓脂肪量に基づき、データ出力装置に健康アドバイスを表示することができる。また、本発明は内臓脂肪量として一般的な内臓脂肪のみならず肝脂肪量の推定に用いることもできる。また、被

測定体として人体の腹部は勿論、大腿部や上腕等への適用も可能であり、それらの被測定部位の皮下脂肪量等を測定することができる。また、被測定体は人体に限定されることなく、豚、牛等の動物、まぐろ等の魚類であっても良く、これらの皮下脂肪量及び内部に存在する脂肪量も測定できる。

【0055】

【発明の効果】

本発明によれば、インピーダンスCT法よりも極めて簡単で且つ高精度に体内脂肪量、特に、被測定体の皮下脂肪量及び内臓脂肪量を簡便且つ高精度に測定できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施の形態の体脂肪測定装置の第1実施例を示す構成図。

【図2】

第1の実施の形態の体脂肪測定装置の第2実施例を示す主要構成図。

【図3】

第1の実施の形態の体脂肪測定装置の第3実施例を示す主要構成図。

【図4】

第1の実施の形態の体脂肪測定装置の第4実施例を示す主要構成図。

【図5】

第1の実施の形態の体脂肪測定装置の第5実施例を示す構成図。

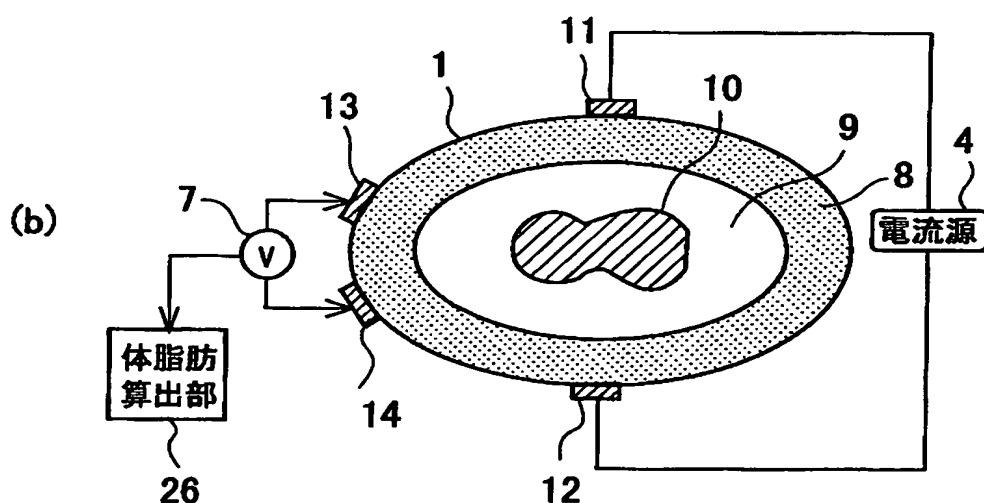
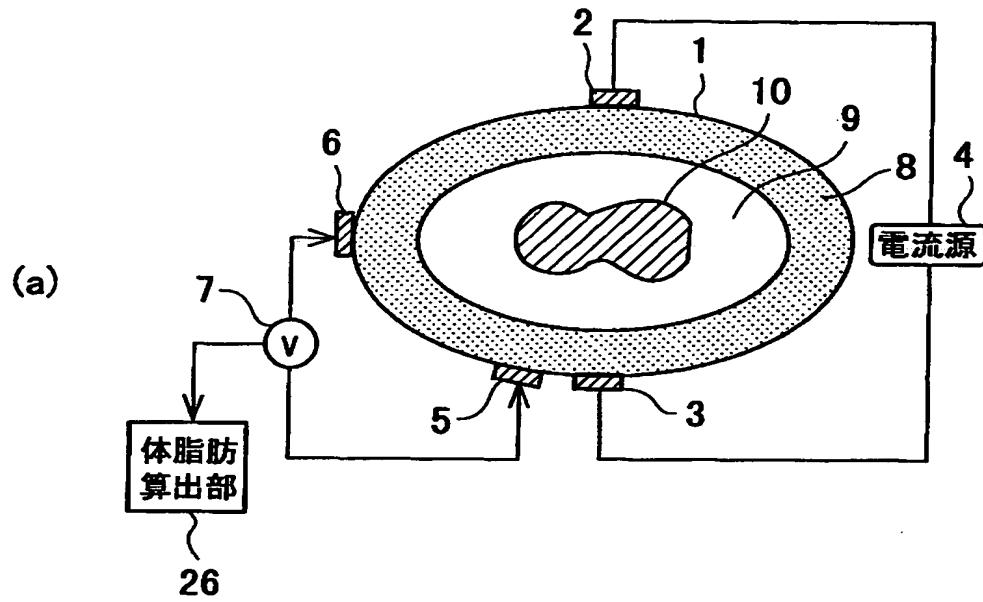
【符号の説明】

- 1 人体
- 2, 3 電流用電極
- 4 電流源
- 5, 6 測定用電極
- 7 電圧計
- 8 皮下脂肪
- 9 非脂肪
- 10 内臓脂肪

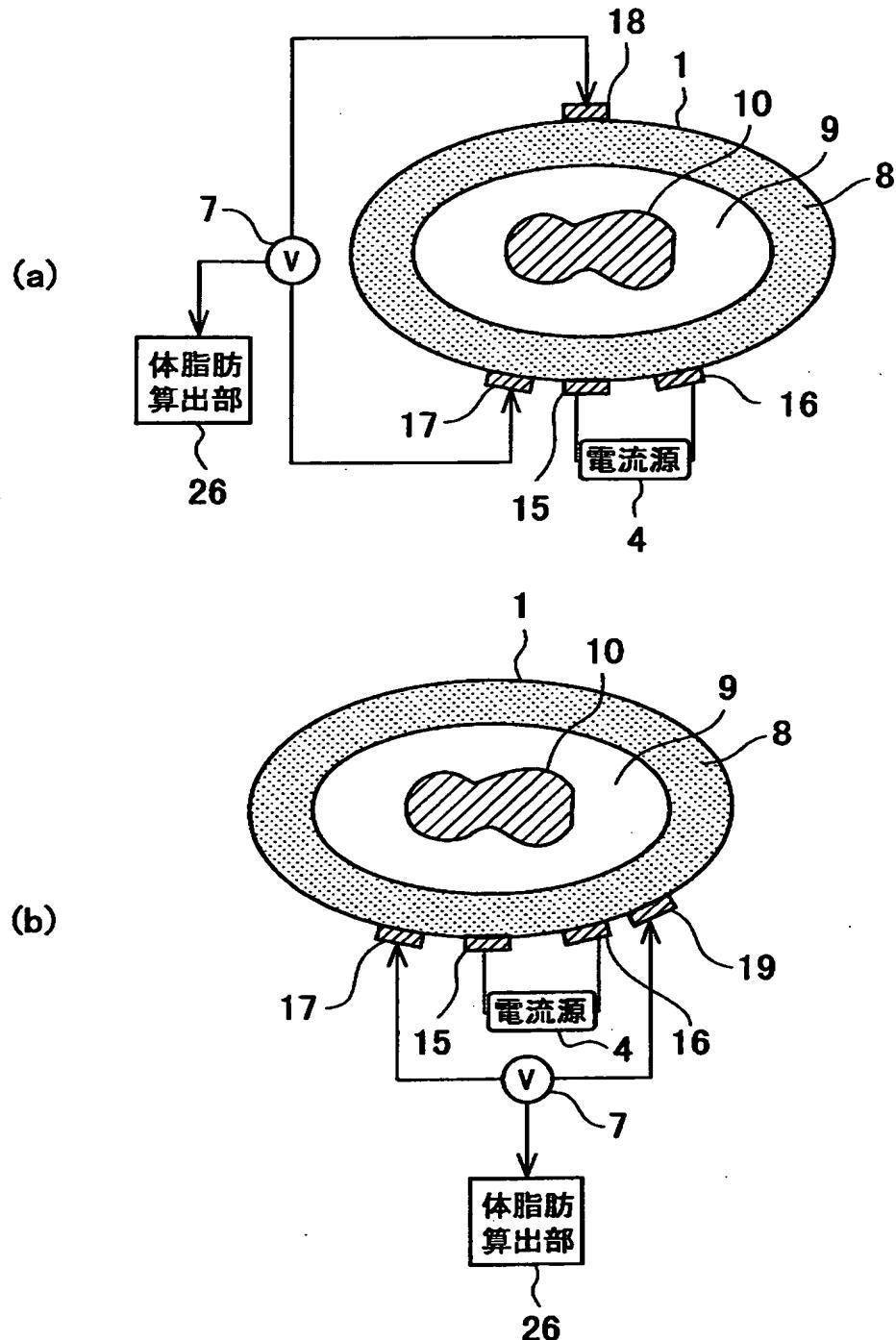
- 26 体脂肪算出部
- 28 電流電極選択用スイッチ
- 29 電圧電極選択用スイッチ
- 30 交流発振器
- 31 電圧・電流変換器
- 32 差動増幅器
- 33 A/D変換器
- 34 データ入力装置
- 35 データ出力装置
- 36 コンピュータ

【書類名】 図面

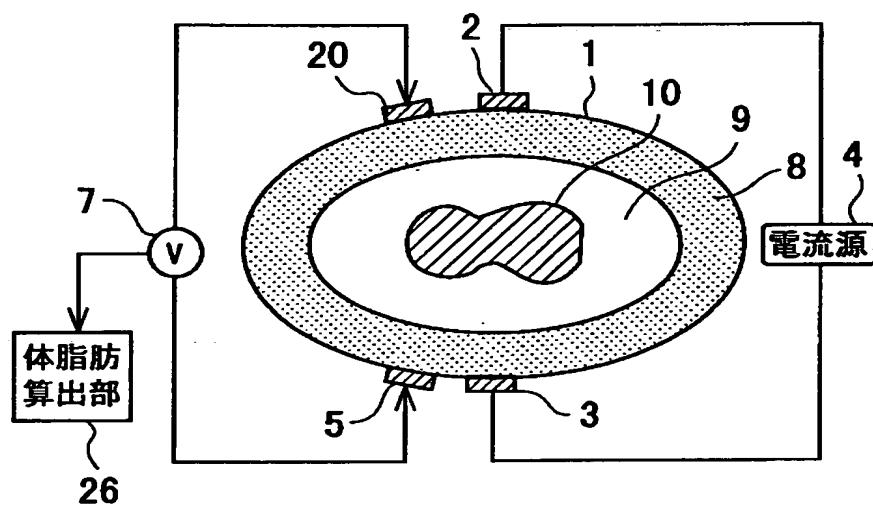
【図1】



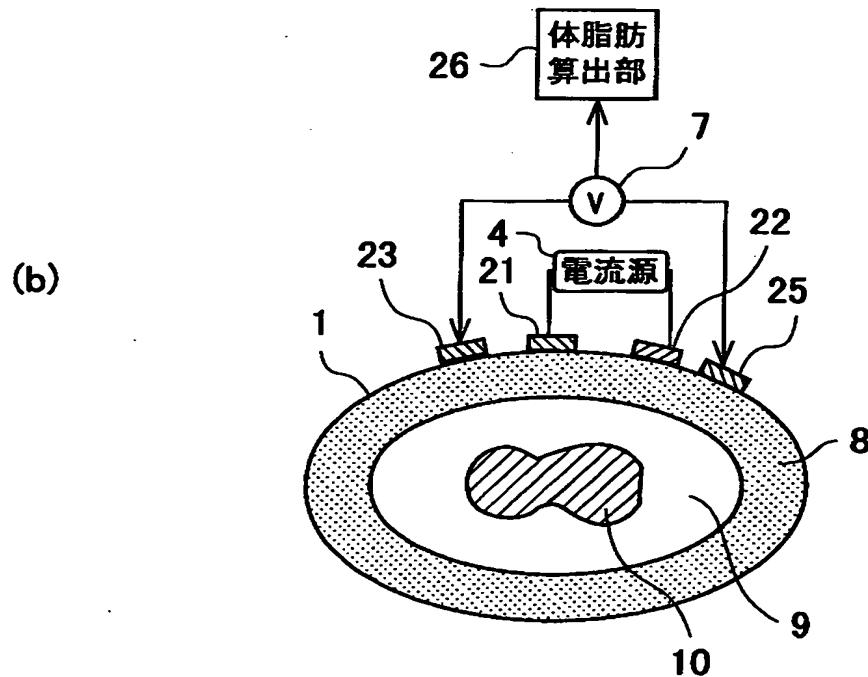
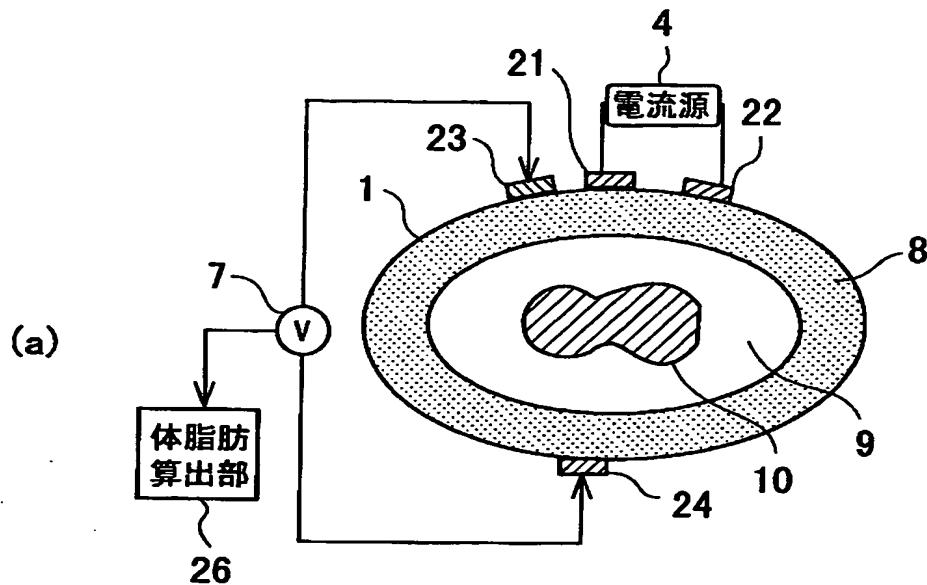
【図2】



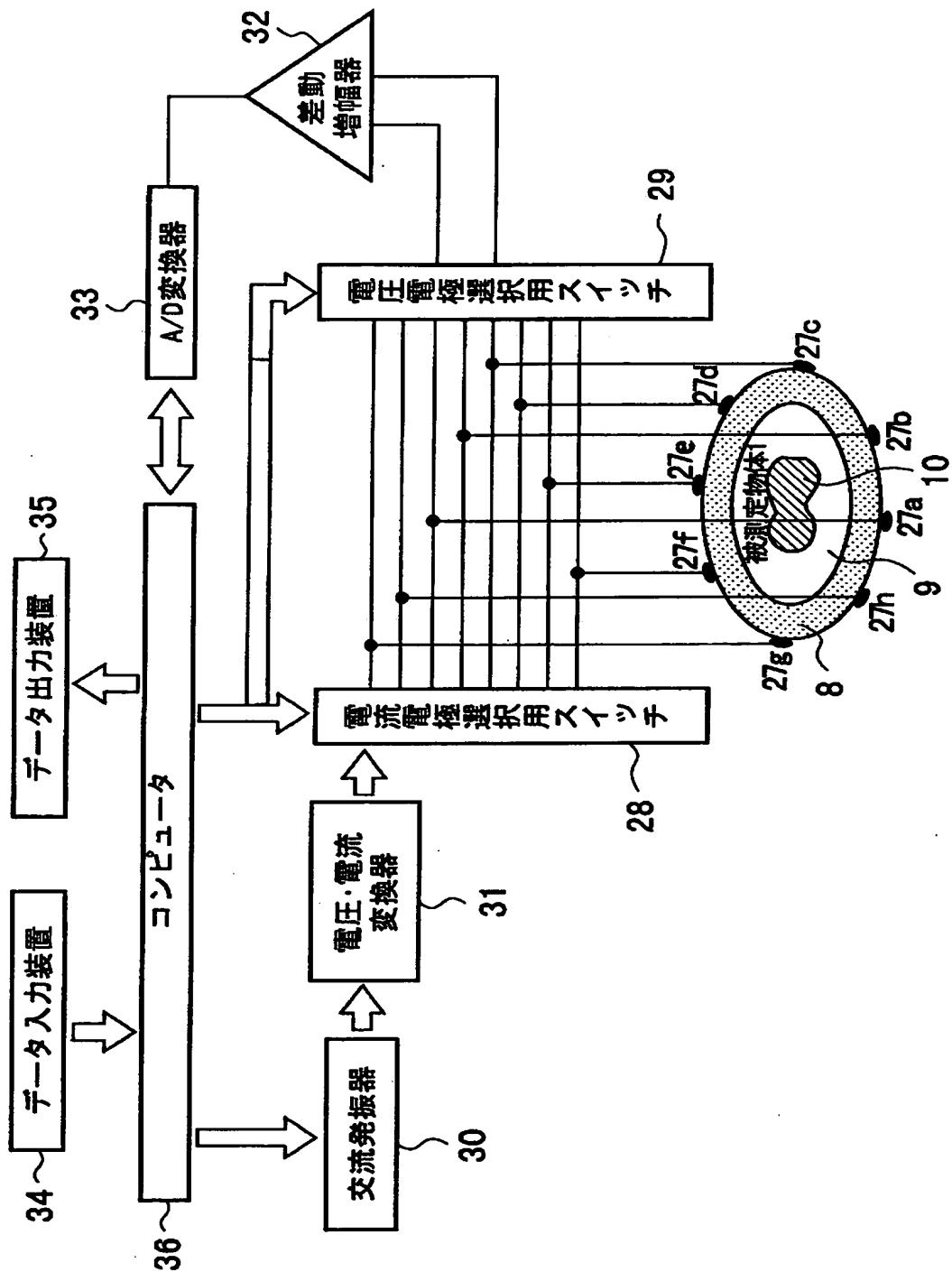
【図3】



【図4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 人体の表面近傍に層状に存在する皮下脂肪量及び人体の内部に存在する内臓脂肪量を簡便且つ高精度に測定する体脂肪測定方法を提供する。

【解決手段】 人体1の外周上に人体1を挟んで略対向して配置した電流用電極3-2間に電流を流し電流用電極3の近傍に配置した第1測定用電極5及び人体1の外周上で電流用電極3-2間の略中間の位置に配置した第2測定用電極6間に発生する第1電圧を電圧計7で測定すると共に、人体1の外周上に人体1を挟んで略対向して配置した第3及び第4電流用電極11-12間に電流を流し人体1の外周上で第3及び第4電流用電極11-12間の略中間の位置に人体1の外周長に比べ十分に距離を短くして配置した第3及び第4測定用電極13-14間に発生する第2電圧を測定し、第1電圧及び第2電圧に基づき人体1の皮下脂肪量を算出する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000000918]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都中央区日本橋茅場町1丁目14番10号

氏 名 花王株式会社

THIS PAGE BLANK (SPTG)